

УДК 630*575.17:582.475

В. В. МИТРОЧЕНКО *

**РЕГІОНАЛЬНИЙ ПРИНЦИП ВИКОРИСТАННЯ ГЕНЕТИЧНО ПОКРАЩЕНОГО
НАСІННЯ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ**

ДП "Київська лісова науково-дослідна станція" УкрНДЦЛГА

Визначено структуру синтетичних популяцій плюсових дерев сосни звичайної восьми областей і природного насадження Київської області за формами череззерності шишок. Виявлені відмінності за структурою природного насадження та синтетичної популяції однієї області, синтетичних популяцій різних областей указують на необхідність використання генетично покращеного насіння у межах району відбору і лише для лісовирощування.

Ключові слова: сосна звичайна, генетично покращене насіння, череззерність, синтетична популяція плюсових дерев.

З усвідомленням ролі навколишнього середовища й загрози для нього внаслідок людської діяльності прийшло розуміння необхідності захисту природи. Одним із аспектів захисту є збереження лісових генетичних ресурсів, що передбачає вивчення та збереження природної популяційної структури генофонду лісових порід, порушення якої може негативно відбитися на продуктивності та стійкості лісів майбутніх генерацій. Ще В. М. Сукачов [15, 16] наголошував на необхідності вивчення географічної мінливості лісових порід і виділенні на основі цих знань внутрішньовидових таксонів. Він вважав учення про формове різноманіття деревних порід одним із основних розділів лісознавства. Результати вивчення формового різноманіття лісових порід є важливою складовою вивчення їх біологічного різноманіття, особливо у бореальних лісах, де основним компонентом біорізноманіття є не види, а внутрішньовидові таксони [6].

При вивченні генетичної мінливості популяцій сосни звичайної методом електрофорезу білків виявлено значний поліморфізм, високу гетерозиготність і незначну міжпопуляційну диференціацію, яка зростає у гірських умовах та в острівній частині ареалу [10, 14]. Іншою характерною рисою генетичної мінливості сосни є значна внутріпопуляційна диференціація, зумовлена гетерогенністю екологічних умов, яка у багато разів перевищує диференціацію популяцій із віддалених географічних районів. Чим складніша внутріпопуляційна структура, тим стійкіші популяції до різного типу змін у навколишньому середовищі, тому що якраз на рівні субпопуляцій відбуваються процеси адаптації до умов середовища, які визначають виживання виду.

Максимально можливе збереження природної внутріпопуляційної структури сосни, особливо на південній межі її ареалу, набуває важливого значення в умовах глобального потепління. У процесі вивчення реакції різних кліматипів на зміну клімату методом математичного моделювання висунуто й обґрунтовано гіпотезу, за якою при глобальному потеплінні такі породи, як сосна та модрина, не заміщуватимуться іншими видами, а відбуватиметься внутрішньовидове переміщення кліматипів, зумовлене їхньою географічною мінливістю [20].

Інтенсивна лісогосподарська діяльність і селекційні заходи з підвищення продуктивності лісових насаджень, що не враховують особливостей генетичної структури популяцій в окремих регіонах, призводять до її руйнування та зниження стійкості майбутніх лісів. Знання структури генофонду основних лісоутворювальних порід в окремих регіонах набуває ще більшого значення при розробці регіональних селекційних програм із підвищення продуктивності лісів, оскільки доволі часто економічна доцільність входить у конфлікт із біологічною. Особливо це стосується меж і обсягів використання насіння від плюсових дерев окремих регіонів. Установлено, що при використанні генетично поліпшеного насіння з інших регіонів зростає ймовірність зміни генетичної мінливості у природних лісах унаслідок імміграції від генетично покращених популяцій алелей господарсько-цінних ознак, частоти

* © В. В. Митроченко, 2009

яких суттєво змінені селекцією. При перенесенні у інші регіони насіння від природних популяцій такої значної ерозії генетичної мінливості та змін у пристосуванні до умов середовища місцевих природних популяцій не відбувається [19].

Навіть доволі фрагментарні дослідження популяційної мінливості сосни звичайної в Україні [1, 4] виявили удвічі вищий рівень міжпопуляційної диференціації порівняно із такою, наприклад, у Білорусі [9]. Це не дивно, тому що ареал сосни в Україні охоплює лісову, лісостепову, степову та гірські зони країни. До того ж значній частині території ареалу властивий острівний характер розміщення лісів. Лісонасінне районування, розроблене для величезної території колишнього СРСР, загалом збігається із географічною мінливістю сосни звичайної, але субпопуляційна структура у межах географічного району ним майже повністю ігнорується. Особливо це стосується рекомендованих районів можливого використання насіння, де дозволяється обмін насінням між лісонасінневими районами [11]. Якщо обмежити використання насіння із природних насаджень межами лісонасінневого підрайону, то користуватися цим лісонасінним районуванням можна, але це стосується лише насіння природних насаджень.

Метою наших досліджень було встановлення наявності відмінностей у структурі природного насадження й синтетичної популяції із плюсових дерев однієї області, а також між синтетичними популяціями плюсових дерев різних областей.

Як вважають деякі дослідники [3, 13], однією з передумов високої продуктивності деревини є знижена репродуктивна здатність дерева. Очевидно, серед плюсових може бути значна частка дерев із порушеннями у репродуктивній сфері. Керуючись цим припущенням, ми вирішили використати в наших дослідженнях генетично зумовлену ознаку виповненості шишок насінням. У сосни звичайної є дерева, в шишках яких до 50 % насінних зачатків на другому році припиняють розвиток і не запліднюються: з них формується недорозвинене насіння. Такі дерева мають значно нижчу виповненість шишок насінням або, іншими словами, – високу череззерність. За цією ознакою виділені 2 форми сосни: низькочереззерна (НЧ-форма) та високочереззерна (ВЧ-форма) [12].

Дослідження проведено на республіканському клоновому архіві на території Старопетрівського л-ва ДП "Київська ЛНДС". Вивчали шишки клонів плюсових дерев сосни звичайної з Волинської (54 шт.), Рівненської (37 шт.), Житомирської (71 шт.), Київської (58 шт.), Чернігівської (38 шт.), Сумської (29 шт.), Харківської (39 шт.) та Черкаської (39 шт.) областей. Також досліджено шишки 155 довільно відібраних дерев із шести генетичних резерватів сосни звичайної Київської області.

За методикою М. Г. Романовського [12] з кожного дерева відбирали по п'ять добре розвинених шишок. Для кожної шишки визначали можливу кількість насінин у фертильному ярусі – n_0 (подвоєну кількість фертильної луски) та кількість насінин у шишці – n_1 (суму виповненого та порожнього насіння). Належність дерева до тієї чи іншої форми визначали за класифікаційним коефіцієнтом

$$K = N_1 / (N_0 - 9n_s),$$

де: $N_0 = \sum n_0$; $N_1 = \sum n_1$; n_s – кількість досліджених шишок.

Якщо $K \leq 0,85$, то дерево належить до ВЧ-форми.

За частками дерев із різними фенотиповими проявами (морфами) ознаки між окремими сукупностями дерев за методикою Л. А. Животовського [2] визначені показники подібності (r). Вірогідність різниці між сукупностями дерев визначається за критерієм ідентичності (I), величина якого розподілена приблизно як χ^2 . Якщо I перевищує табличне значення χ^2 із заданим рівнем значущості, то r суттєво відрізняється від одиниці й вибірки достовірно різняться між собою.

Результати досліджень. На прикладі Київської області визначимо, чи існують відмінності між формовими структурами за череззерністю природних лісів та синтетичної популяції сосни із плюсових дерев. Виявилось (табл. 1), що і у природних насадженнях, і у

синтетичній популяції плюсових дерев в умовах Київської області переважає НЧ-форма, але частка високочереззерних дерева у синтетичній популяції у 2,5 разу більша.

Таблиця 1

Формова структура за череззерністю та показник подібності (r) між синтетичною популяцією плюсових дерев сосни та довільною вибіркою дерев із резерватів Київської області

Об'єкти порівняння	Кількість дерев	Частоти		r
		НЧ-форма	ВЧ-форма	
Плюсові дерева (синтетична популяція)	58	0,80	0,21	0,984*
Резервати (природні насадження)	155	0,92	0,08	

Примітка: * – суттєво відрізняється від одиниці за І на 5 % рівні значущості.

При порівнянні формових структур досліджених об'єктів виявлено вірогідну різницю й між ними. Можливою причиною такого стану речей є те, що значна частка відібраних високопродуктивних дерев мають жіночу форму сексуалізації або змішану із слабкою репродуктивною здатністю. Дослідження зв'язку між репродуктивною здатністю дерева і типом сексуалізації сосни свідчать, що якраз у таких дерев частіше спостерігаються генетично зумовлені порушення у розвитку генеративних структур. Навіть при високій урожайності шишок у дерев жіночої сексуалізації у зв'язку з високою череззерністю вихід насіння знижується до рівня низьковрожайних дерев [17]. І дійсно, за нашими дослідженнями, дерева ВЧ-форми переважно належать до високоврожайних жіночого типу або низьковрожайних змішаного типу.

Перейдемо до аналізу формової структури за череззерністю синтетичних популяцій плюсових дерев різних областей (табл. 2).

Таблиця 2

Формова структура за череззерністю синтетичних популяцій сосни різних областей (у частках одиниці)

Морфи	Синтетичні популяції							
	Волинська – 54 шт.	Рівненська – 37 шт.	Житомирська – 71 шт.	Київська – 58шт	Черкаська – 39 шт.	Чернігівська – 38 шт.	Сумська – 29 шт.	Харківська – 39 шт.
НЧ-форма	0,84	0,94	0,81	0,79	0,95	0,78	0,90	0,74
ВЧ-форма	0,16	0,06	0,18	0,21	0,05	0,22	0,10	0,26

Дані табл. 2 свідчать, що у синтетичних популяціях різних областей також переважають дерева НЧ-форми, але між частками дерев ВЧ-форми спостерігаються значні відмінності. Так, у Черкаській, Рівненській і Сумській областях їх порівняно мало: від 5 до 10 %. Серед решти областей частки дерев ВЧ-форми коливаються від 16 % у Волинській – до 26 % у Харківській. Виявлені відмінності часток ВЧ-форми у синтетичних популяціях областей, можливо, відповідають таким у природних насадженнях. Загалом, спостерігається певна тенденція до збільшення часток ВЧ-форми у синтетичних популяціях і, можливо, у природних лісах із заходу на схід, яка може бути пов'язана з підвищенням континентальності кліматичних умов. За даними досліджень М. Г. Романовського [12], в жорстких умовах існування Східного та Південного Сибіру частка ВЧ-форми у насадженнях сосни може сягати майже 100 %.

Попарне порівняння синтетичних популяцій виявило, що лише популяції із Рівненської та Черкаської областей за формовими структурами у більшості випадків суттєво відрізняються від інших (табл. 3). Низькі частки ВЧ-форми серед плюсових дерев цих областей можуть вказувати як на незначну присутність цієї форми у природних деревостанах, так і на певні особливості відбору плюсових дерев у них, що також характеризує стан цих насаджень. Наприклад, якщо у насадженні мінливість сосни за ознаками продуктивності незначна, то відбір проводять переважно за якісними показниками стовбурів (прямою стовбурів, тоншими гілками, добрим очищенням стовбурів від сучків). У цьому випадку до категорії плюсових не потрапляють дерева жіночої сексуалізації, які часто характеризуються показниками стовбурів нижчої якості.

Таблиця 3

Показники подібності (r) між синтетичними популяціями плюсових дерев сосни різних областей

Синтетичні популяції	Рівненська	Житомирська	Київська	Черкаська	Чернігівська	Сумська	Харківська
Волинська	0,987	0,995	0,998	0,983	0,997	0,996	0,992
Рівненська		0,982	0,974	1,000	0,971	0,997	0,959
Житомирська			0,999	0,977	0,999	0,993	0,995
Київська				0,969	1,000	0,988	0,998
Черкаська					0,966	0,995	0,952
Чернігівська						0,986	0,999
Сумська							0,977

Примітка: жирним шрифтом відмічено значення, які суттєво відрізняються від одиниці за *t* на 5 % рівні значущості

Однак, незалежно від причин, певні відмінності у формовій структурі синтетичних популяцій реально існують. Імовірно, що відповідні відмінності між природними насадженнями, сформовані у процесі адаптації до умов середовища, існують також. Більше того, подібна формова структура синтетичних популяцій окремих областей за череззерністю може бути зумовлена різними генетичними факторами. Наприклад, наші дослідження мейозу у процесі мікроспорогенезу свідчать, що у плюсових дерев Київської області череззерність зумовлена переважно перебудовами хромосом (інверсіями і транслокаціями), а у Харківській – мутаціями мейотичних генів (переважно мутаціями десинапсису) [7, 8].

Такий розподіл генетичних чинників, які зумовлюють череззерність у плюсових дерев окремих областей, вказує на різницю в механізмах адаптації сосни до певних умов існування. Очевидно, що у практично оптимальних для сосни умовах Київського Полісся перевагу організму забезпечує комплекс генів, який підвищує конкурентоспроможність дерева завдяки високій ефективності обміну речовин. Як відомо [18], інверсії є сильними супресорами кросинговеру. Отже, такий блок інвертованих генів успадковуватиметься як один "суперген" у зв'язку з відсутністю кросинговеру у ньому або спрямованим вилученням продуктів кросинговеру (висока череззерність). У більш континентальних умовах Харківщини перевагу забезпечать генетичні чинники, які сприятимуть стійкості організму. У літературі є дані, які вказують на значну стійкість десинаптичних мутантів до дії іонізуючого випромінювання [5]. На нашу думку, стійкість десинаптичних мутантів забезпечується підвищеною активністю ферментів репарації ДНК, що беруть участь як у процесі кросинговеру, так і у репарації розривів ДНК внаслідок шкідливої дії чинників середовища. Природно, що частка таких дерев серед категорії плюсових виявилася більшою.

Притаманна сосні звичайній висока внутрішньопопуляційна диференціація виявляється навіть серед малих за чисельністю синтетичних популяцій плюсових дерев окремих областей. Так висока череззерність, зумовлена мутаціями мей-генів, переважно трапляється у плюсових дерев із східних і південних районів Харківської області. Плюсові дерева із Овруцького та окремі дерева із Білоторовицького лісгоспів Житомирської області "цвітуть" у середньому на 3 – 4 дні пізніше, що призводить до їх часткової репродуктивної ізоляції (неопубліковані дані).

Висновки. З метою збереження, відтворення та ефективного використання генетичних ресурсів лісових порід і сосни звичайної зокрема необхідно розпочати широкомасштабне та поглиблене вивчення їх генетичної структури на території України з використанням сучасних методик.

Практичним результатом цих досліджень має стати нове лісонасінне районування лісових порід для території України, орієнтоване не лише на підвищення продуктивності, а й на збереження генетичної структури природних лісів як запоруки їхньої стійкості в майбутньому.

До того часу, користуючись існуючим лісонасінним районуванням для лісовідновлення слід надавати переваги насінню природних насаджень і бажано обмежити район можливого використання територією лісонасінневого підрайону.

З огляду на існуючі відмінності у генетичній структурі природних насаджень і синтетичної популяції плюсових дерев сосни, генетично покращене насіння доцільно використовувати лише для плантаційного лісорозведення.

Певні відмінності у структурі синтетичних популяцій різних областей за вивченою ознакою та генетичних чинниках, що її зумовлюють, указують на необхідність відбору дерев для отримання генетично покращеного насіння лише у межах області, а в окремих областях (наприклад, Харківській) такий відбір вести за районами.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Волосянчук Р. Т.* Уровень генетической изменчивости и дифференциации у сосны обыкновенной в природных популяциях Украинских Карпат / Р. Т. Волосянчук, Г. Г. Гончаренко, А. Е. Силин, Р. М. Яцук // Докл. АН Белоруссии. – 1995. – Т. 39, № 1. – С. 71 – 76.
2. *Животовский Л. А.* Показатели популяционной изменчивости по полиморфным признакам / Л. А. Животовский // Генетика популяций. – М.: Наука, 1982. – С. 38 – 44.
3. *Ирошников А. И.* Генетика и селекция в лесоводстве (актуальные вопросы теории и практики) / А. И. Ирошников // Тез. докл. Всесоюз. совещ. "Селекция, генетика и семеноводство древесных пород как основа создания высокопродуктивных лесов". – М., 1980. – Ч. 1. – С. 28 – 34.
4. *Коршиков И. И.* Популяционно-генетическая изменчивость сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в основных лесорастительных районах Украины / И.И. Коршиков, Л.А. Калафат, Я.В. Пирко, Т.И. Великоридько // Генетика. – 2005. – Т.41. – № 2. – С. 216 – 228.
5. *Лісовська Т. П.* Мутагенчутливість мейотичних мутантів томату / Т. П. Лісовська, І. А. Заморзаєва // Тези доп. міжнар. конф. – Київ, 2001. – С. 85.
6. *Милютин Л. И.* Генетико-эволюционные основы устойчивости лесных экосистем / Л. И. Милютин // Лесоведение. – 2003. – № 1. – С. 16 – 20.
7. *Митроченко В. В.* Генетична зумовленість порушень репродукції у плюсових дерев сосни звичайної / В. В. Митроченко // Тези доп. міжнар. конф. – Львів, 2006. – С. 162 – 164.
8. *Митроченко В. В.* Порушення у мейозі при мікроспорогенезі та рівень гаметофітного виживання насінних зачатків у плюсових дерев Харківської області / В. В. Митроченко // Лісівництво і агролісомеліорація. – Харків, 2004. – Вип. 106. – С. 199 – 209.
9. *Падутов В. Е.* Генетические ресурсы сосны и ели в Беларуси / В. Е. Падутов // Гомель: ИЛ НАНБ, 2001. – 144 с.
10. *Петрова И. В., Санников С. Н.* Изоляция и дифференциация популяций сосны обыкновенной. – Екатеринбург: УрО РАН, 1996. – 158 с.
11. *Проказин Е. П.* Лесосеменное районирование основных лесобразующих пород в СССР / Е. П. Проказин, Б. Н. Курарин, А. И. Ирошников и др. // М.: Лесн. пром-сть, 1982. – 368 с.
12. *Романовский М. Г.* Гаметофитная стерильность семян сосны обыкновенной / М. Г. Романовский // Генетика. – 1989. – Т. 25, № 1. – С. 99 – 108.
13. *Роне В. М.* Генетическое улучшение свойств лесных древесных видов на семенных плантациях / В. М. Роне // Семенные плантации в лесном семеноводстве. – Рига: Зинатне, 1985. – С. 12 – 21.
14. *Семериков В. Л.* Структура изменчивости аллозимных локусов в популяциях сосны обыкновенной / В. Л. Семериков, А. В. Подгагас, А. В. Шурхал // Экология. – 1993. – №1. – С. 18 – 25.
15. *Сукачев В. Н.* К истории развития лиственниц // Лесное дело. – М.: 1924. – С. 12 – 44.
16. *Сукачев В. Н.* Современное состояние и задачи советского лесоведения / В. Н. Сукачев // Тр. Ин-та леса АН СССР – 1948. – Т. 2. – С. 7 – 13.
17. *Хазова И. И.* Цитоэмбриологические особенности деревьев сосны обыкновенной различного типа сексуализации и репродуктивной способности / И. И. Хазова // Тез. Докл. II Всесоюз. симпози. "Половое размножение хвойных растений". – Новосибирск, 1985. – С. 31.
18. *Хвостова В. В.* Цитология и генетика мейоза / В. В. Хвостова, Ю. Ф. Богданова // М.: Наука, 1975. – С. 312.
19. *Hu X.-Sh., Zeng W., Li B.* Impacts of one-way gene flow on genetic variance components in a natural population // *Silvae denet.* – 2003. – Vol. 52, № 1. – P. 18 – 24.
20. *Rehfeldt G., Tchebakova N. M., Parfenova Ye. I. et al.* Intraspecific responses to climate in *Pinus sylvestris* // *Global Change Biology.* – 2002. – N 8. – P. 912 – 929.

Mytrochenko V. V.

REGIONAL PRINCIPLES OF USE OF GENETICALLY IMPROVED SEEDS OF SCOTCH PINE

SE "Kyiv Forest Research Station" of URIFFM

The structure of pine plus-trees synthetic populations of 8 regions and natural population of Kyiv region on genetic caused filled cones forms was defined. Differences between natural and synthetic populations of Kyiv region and among synthetic populations of different regions were found, therefore it is necessary to use the genetically improved seeds only in the region of selection and for plantation afforestation.

Key words: Scotch pine, genetic improved seeds, filled cones, plus-trees synthetic population.

Митроченко В. В.

РЕГИОНАЛЬНЫЙ ПРИНЦИП ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИ УЛУЧШЕННЫХ СЕМЯН СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

ГП "Киевская лесная опытная станция" УкрНИИЛХА

Определена структура синтетических популяций, состоящих из плюсовых деревьев сосны обыкновенной восьми областей и природного насаждения Киевской области по формам череззерности шишек. Обнаруженные различия между популяционной структурой природного насаждения и синтетической популяции одной и той же области, а также между синтетическими популяциями разных областей указывают на необходимость ограничения использования генетически улучшенных семян, по возможности, регионом отбора плюсовых деревьев и только для лесовыращивания.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, генетически улучшенные семена, череззерность, синтетическая популяция плюсовых деревьев.

Одержано редколегією 12.12.2008 р.